RECONSTITUIREA ELEMENTELOR GEOMETRICE ALE UNUI ANGRENAJ MELCAT

1. Scopul lucrării

Restabilirea elementelor geometrice ale unui angrenaj melcat, deteriorat.

2. Elemente teoretice.

2.1. Angrenaje melcate-elemente specifice

Sunt angrenaje cu axe necoplanare, cu unghiul dintre axe de 90°. *Melcul cilindric* trebuie imaginat ca provenind dintr-o roată cilindrică cu dinți înclinați la care numărul de dinți a scăzut la 1…4, unghiul β_1 a crescut către 90°, iar diametrul de divizare şi pasul elicei dintelui s-au micşorat, derterminând înfăşurarea elicei de mai multe ori pe lățimea roții. În aceste condiții roata dințată pinion, numită în continuare *melc*, ia aspectul unui şurub cu filet trapezoidal. Întrucât la melc unghiul de înclinare al dintelui β_{01} > 45°, se foloseşte, ca şi la şurub, noțiunea de unghiul elicei dat de relația: $\gamma_{01} = \frac{\pi}{2} - \beta_{01}$, figura 1. Filetul melcului poate fi cu 1, 2, 3, 4 începuturi. *Numărul de începuturi* este asimilat cu *numărul de dinți* de la angrenajele cilindrice şi intervine în raportul de transmitere.

$$i = \frac{z_2}{z_1} \tag{1}$$

unde: z_1 - numărul de începuturi, z_2 - numărul de dinți al roții melcate.

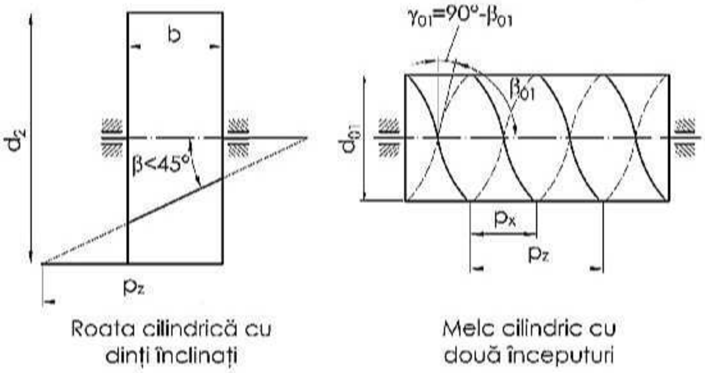


Fig. 1 *Similitudinea roata cilindrică cu dinți înclinați - melc cilindric*

Roata melcată poate fi privită ca o roată cilindrică cu dinţi înclinaţi cu unghiul de înclinare al danturii $\beta_{02} = \gamma_{01}$, cu deosebirea că roata melcată îmbracă melcul pe un anumit unghi $2\cdot\theta$, figura 3, asigurând o lungime de contact mai mare între flancuri.

2.2. Melc de referinţă, melc generator, melc de funcţionare

Datorită formei toroidale a roţii melcate, dantura angrenajului melcat nu mai poate fi definită de o cremalieră de referinţă, ca la angrenajele cilindrice, fiind adoptat un *melc cilindric de referinţă*, figura 2.

Cilindrul de referinţă este cilindrul pentru care grosimea dintelui este egală cu grosimea golului, pe el se măsoară pasul axial p_x. În secţiunea axială, figura 2, mai sunt definite h_{0a} - înălţimea capului dintelui; h_{0f} - înălţimea piciorului dintelui; h_0 - înălţimea dintelui. Înălţimile sunt precizate în funcţie de modulul axial al melcului $m_x = p_x/\pi$. Modulul axial m_x are valori normalizate conform SR ISO 10828:2012, [1], tabelul 1.

În funcţie de execuţia melcului şi de tipul secţiunii aplicată flancului se obţine şi forma profilului flancului care va defini tipul de melc:

i. *Melc ZA* - profilul flancului este cu muchii drepte într-o secţiune axială, iar într-o secţiune frontală - profilul este o *spirală a lui Arhimede* (foarte utilizat în România), obţinut prin strunjire cu cuţit profilat cu flancuri drepte înclinate cu unghi α_n (suprafaţă riglată, poate fi rectificată).
ii. *Melcul ZE* - cu *profil în evolventă* într-un plan frontal T-T, flancurile au profilul rectangular într-un plan paralel cu axa, dar tangent la un cilindru de bază (necesită scule speciale);
iii. *Melcul ZN1* şi *ZN2* - melci cu flancuri cu *profil rectiliniu* într-o secţiune normală pe direcţia normală N-N a elicei, ZN1 - pentru perpendiculara pe dinte, ZN2 - pentru perpendiculara pe golul dintre dinţi;
iv. *Melcul ZK1* şi *ZK2* - melci cu flancuri profilate, nu se pot rectifica;

Melcul generator este melcul utilizat pentru definirea sculei de prelucrare a roţii melcate şi este identic cu melcul de referinţă, având înălţimea capului h_{0a} mai mare cu o cantitate $c_0 = c_0^* \cdot m_x$, $(c_0^* = 0{,}2)$ pentru a asigura jocul necesar la picior, în procesul de angrenare dintre roată şi melcul de funcţionare, [2].

Melcul de funcţionare, cel care formează cu roata angrenajul melcat, are forma şi dimensiunile identice cu cele ale melcului de referinţă, cu excepţia grosimii dintelui care este micşorată în scopul obţinerii jocului între flancuri în angrenajul melcat.

2.3. Angrenajul melcat-elemente de calcul geometric

Pe baza pasului axial se determină *pasul frontal* p_t, şi *pasul normal* p_n, figura 2, şi corespunzător relaţiile pentru *modulul frontal* m_t şi *modulul normal* m_n:

$$p_t = \frac{p_x}{tg(\gamma_{01})}, \qquad m_t = \frac{m_x}{tg(\gamma_{01})} \tag{2}$$

$$p_n = p_x \cdot \cos(\gamma_{01}), \qquad m_n = m_x \cdot \cos(\gamma_{01}) \tag{3}$$

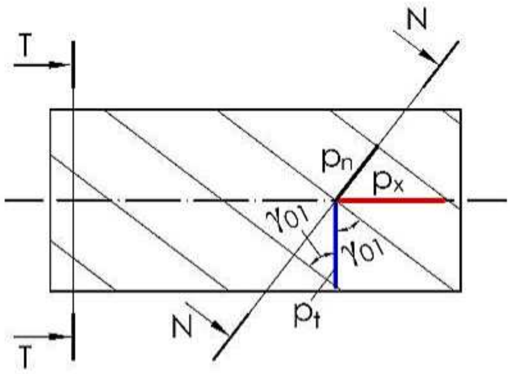


Fig. 2 *Pasul axial -* p_x, *pasul frontal -* p_t *şi pasul normal -* p_n

La angrenajele melcate, figura 3, în loc de diametrele de divizare sunt definite *diametrele de referinţă* d_{01} şi d_{02}:

$$d_{01} = m_t \cdot z_1 = m_x \cdot \frac{z_1}{tg(\gamma_{01})} = m_x \cdot q \tag{4}$$

$$d_{02} = m_x \cdot z_2 \tag{5}$$

unde: $$q = \frac{z_1}{tg(\gamma_{01})} \tag{6}$$

este numit *coeficient diametral,* tabelul 1.

Diametrele de cap d_{a1} şi d_{a2}, la angrenajele nedeplasate, sunt:

$$d_{a1} = m_x \cdot q + 2 \cdot h_{0a}^* \cdot m_x = m_x \cdot (q+2) \tag{7}$$

$$d_{a2} = m_x \cdot z_2 + 2 \cdot h_{0a}^* \cdot m_x = m_x \cdot (z_2+2) \tag{8}$$

unde: h_{0a}^* - coeficientul înălţimii capului de referinţă, $h_{0a}^* = 1$

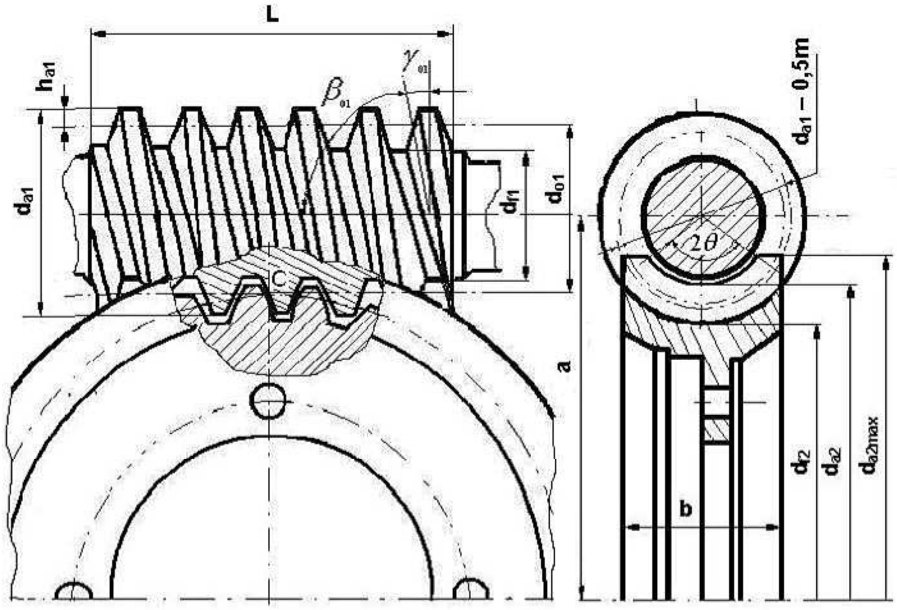


Fig. 3 *Elementele geometrice ale angrenajului melcat, [2]*

Diametrele de picior d_{f1} şi d_{f2} la angrenajele nedeplasate sunt:

$$d_{f1} = m_x \cdot q - 2 \cdot (h_{0f}^* + c_0^*) \cdot m_x = m_x \cdot (q - 2{,}4) \tag{9}$$

$$d_{f2} = m_x \cdot z_2 - 2 \cdot (h_{0f}^* + c_0^*) \cdot m_x = m_x \cdot (z_2 - 2{,}4) \tag{10}$$

unde: h_{0f}^* - coeficientul înălţimii piciorului de referinţă, $h_{0f}^* = 1$,
c_0^* - coeficientul jocului la piciorul dintelui, uzual $c_0^* = 0{,}2$.

Tabelul 1 *Valori recomandate pentru* m_x *şi* q *(SR ISO 10828:2012)*

m_x	1; 1,25; 1,5; 1,6	2; 2,5	3; 3,15; 3,5; 4	5; 6; 6,3	7; 8; 10	12; 12,5; 16	20; 25
q	12	10	10	9	9	8	7
	14	**12**	**11**	**10**	**10**	**9**	**8**
	16	14	12	12	11	10	9

2.4. *Modificarea danturii prin deplasarea sculei generatoare*

a) Păstrarea numărului de dinţi z_2 *şi modificarea distanţei dintre axe* pentru încadrarea în valorile standardizate a_{STAS}. În aceste condiţii:

$$d_{01} = m_t \cdot z_1 = m_x \cdot \frac{z_1}{\mathrm{tg}\gamma_{01}} = m_x \cdot q \qquad (11)$$

$$d_{w1} = d_{01} + 2 \cdot x \cdot m_x = m_x \cdot (q + 2 \cdot x) \qquad (12)$$

$$d_{02} = d_{w2} + 2 \cdot x \cdot m_x = m_x \cdot (z_2 + 2 \cdot x) \qquad (13)$$

$$d_{w2} = m_x \cdot z_2 \qquad (14)$$

$$a = r_{w1} + r_{w2} = \frac{m_x}{2} \cdot (q + z_2 + 2 \cdot x) \qquad (15)$$

În ultima relație se impune a_{STAS} de unde rezultă valoarea coeficientului de deplasare.

b) Menținerea valorii distanței dintre axe şi modificarea z_2 în z_2'.

Se pune condiția ca $z_2 - z_2'$ să fie 1 sau 2 şi se obține x = -1; -0,5; +0,5; sau +1. De obicei $-0,5 < x < 0,5$.

3. Modul de lucru

1) Se numără dinții roții melcate z_2 şi numărul de începuturi z_1 al melcului şi se determină raportul de transmitere *i*.

2) Se măsoară diametrele de cap d_{a1}, d_{a2} şi se determină valorile pentru modulul axial m_x şi coeficientul diametral *q*, care se normalizează conform SR ISO 10828:2012, (tabelul 1).

3) Se determină deplasarea de profil, dacă există;

4) Se calculează elementele geometrice, pentru melc şi pentru roata melcată.

5) Se întocmesc desenele de execuție pentru melc şi roata melcată.

4. Aplicație

Prin măsurare directă: $z_1 = 2$; $z_2 = 59$; $d_{a1} = 96$ mm; $d_{a2} = 488$ mm;

1. Raportul de transmitere $i = n_1/n_2 = z_2/z_1 = 59/2 = 29,5$;
2. Determinarea modulul axial m_x şi coeficientul diametral *q*:

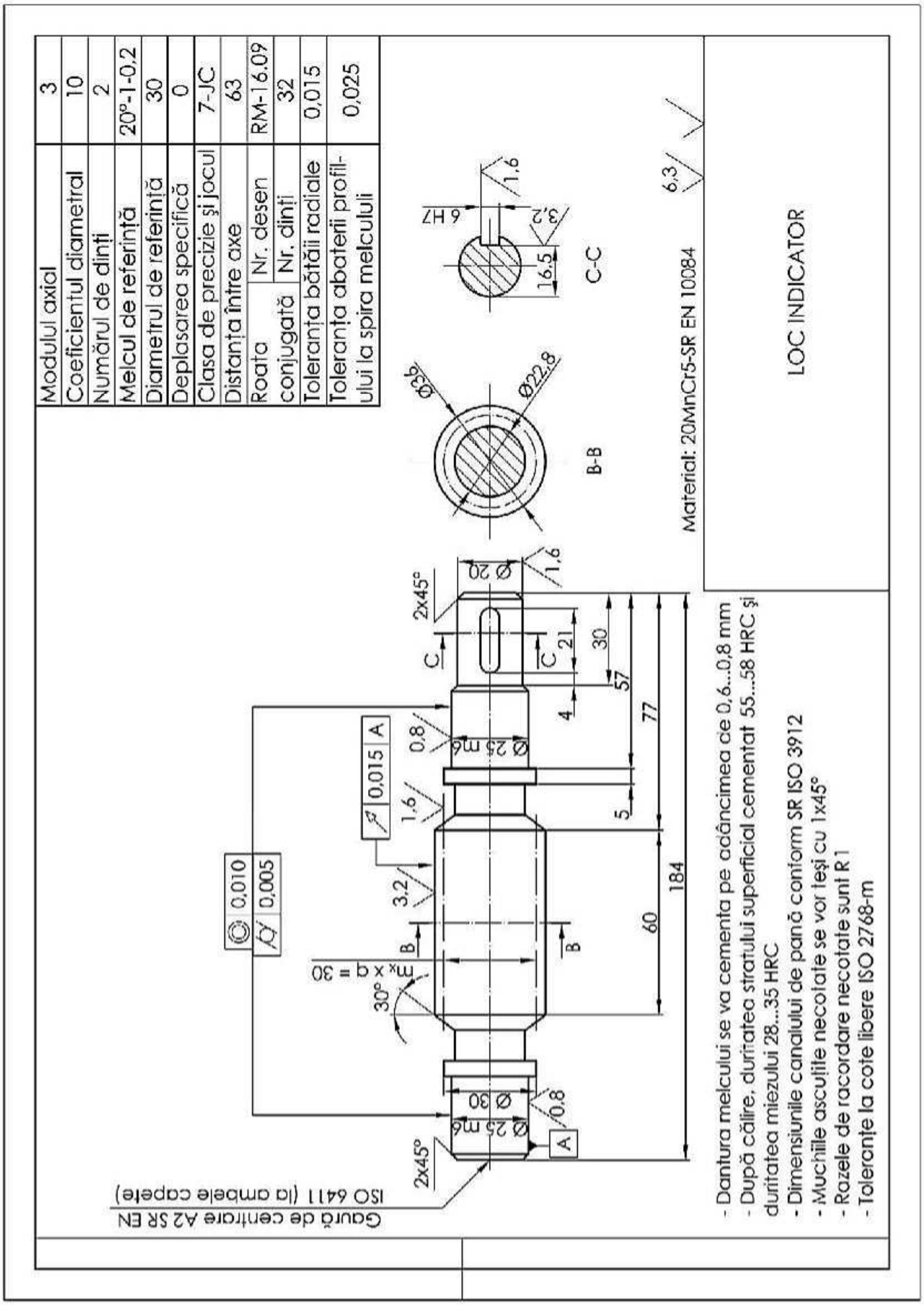
$$d_{a1} = m_x \cdot (q+2) = 96;$$

$$d_{a2} = m_x \cdot (z_2 + 2) = 488;$$

Soluționând sistemul celor două ecuații se obține: $m_x = 8$ mm şi $q = 10$.

Bibliografie

1. SR ISO 10828: 2012 - *Angrenaje melcate cilindrice. Geometria profilurilor melcilor.*
2. Crețu, S., Hagiu, Gh., Grigoraş, Ş., Leohchi, D., Hantelmann, M., Bălan, R., 1992, *Proiectarea angrenajelor*, Rotaprint Iaşi.



Modulul axial | 3
Coeficientul diametral | 10
Numărul de dinți | 2
Melcul de referință | 20°-1-0,2
Diametrul de referință | 30
Deplasarea specifică | 0
Clasa de precizie și jocul | 7-JC
Distanța între axe | 63
Roata conjugată | Nr. desen | RM-16.09
Nr. dinți | 32
Toleranța bătăii radiale | 0,015
Toleranța abaterii profilului la spira melcului | 0,025
Gaură de centrare A2 SR EN ISO 6411 (la ambele capete)
2x45°
30°
$m_x \times q = 30$
0,010
0,005
0,015 A
3,2
1,6
0,8
Ø 25 m6
Ø 30
Ø 20
A
B
C
B-B
C-C
Ø36
Ø22,8
6 H7
16,5
3,2
1,6
6,3
184
60
77
57
30
21
5
4
Material: 20MnCr5-SR EN 10084
LOC INDICATOR
- Dantura melcului se va cementa pe adâncimea de 0,6...0,8 mm
- După călire, duritatea stratului superficial cementat 55...58 HRC și duritatea miezului 28...35 HRC
- Dimensiunile canalului de pană conform SR ISO 3912
- Muchiile ascuțite necotate se vor teși cu 1x45°
- Razele de racordare necotate sunt R 1
- Toleranțe la cote libere ISO 2768-m